

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 49 513.0
Anmeldetag: 23. Oktober 2002
Anmelder/Inhaber: Siemens Aktiengesellschaft,
München/DE
Bezeichnung: Iterative rechnergestützte Diagnose
IPC: G 06 F 11/30

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 23. Oktober 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Wehrer

Beschreibung

Iterative rechnergestützte Diagnose

- 5 Die Erfindung betrifft ein System und ein Verfahren zur iterative Einschränkung von möglichen Diagnosen von technischen Systemen durch rechnergestützte Bewertung von Symptomen.

10 Das zugrunde liegende Problem besteht darin, Ursachen für Störungen von technischen Systemen, z.B. Werkzeugmaschinen, auf Basis von Diagnosewissen systemgestützt zu ermitteln. Dabei muss das Diagnosewissen zu einer Maschine/Anlage leicht erweiterbar sein in dem Sinne, dass neues Wissen ohne Rückwirkung auf das bereits vorhandene Wissen eingebracht werden
15 kann.

Heutige Lösungen des Problems beruhen auf zwei Ansätzen: Der erste Ansatz ist der Fehlerbaumansatz. Dabei wird das Modell für Störungen einer Maschine in Form von Fehlerbäumen
20 beschrieben. Fehlerbäume bestehen aus Knoten und Verbindungen. Knoten sind entweder mit einer Folge von Anweisungen/Arbeitsschritten und einer abschließenden Frage verbunden oder mit einer Diagnose. Verbindungen beschreiben die Übergänge zu Folgeknoten. Fehlerbäume können nun systematisch dadurch abgearbeitet werden, dass die Anweisungen in einem Knoten durchgeführt werden und die abschließende Frage beantwortet wird. Aus der Antwort ergibt sich der zutreffende Folgeknoten. Ist dies eine Diagnose, so ist die Ermittlung der Störungsursache abgeschlossen, ansonsten werden die Arbeits-
25 schritte des Folgeknotens bearbeitet, die Frage beantwortet usw. Am Ende landet man bei einem Blatt des Fehlerbaums, das eine Diagnose darstellt.
30

Beispiel für ein Softwarepaket zur Erstellung und zum Betrieb
35 von Fehlerbaum-basierten Diagnosesystemen ist SALVATIO von der Firma iisy - Intelligente Informationssysteme AG, Rimpar / Würzburg (siehe Anlage 1).

Der zweite Ansatz beruht auf dem Erfassen von Störungs-
Ursachen-Beziehungen. Das verarbeitende System übernimmt au-
tomatisch oder durch Eingabe des Benutzers Meldungen von ei-
ner Maschine und sucht nach passenden Störungsursachen. Diese
5 können enthalten sein in Reparaturberichten oder Service-
Dokumenten, die dem Anwender elektronisch angezeigt werden.

Beispiel für ein derartiges Störungs-Ursachen Informations-
system ist Sara SUI der Firma HEITEC, Erlangen (siehe Anlage
10 1).

Besonders in den 80er und Anfang der 90er Jahre wurden noch
Konzepte und Systeme entwickelt, die Anwendungen der künstli-
chen Intelligenz darstellten (z.B. in: (3) Hernandez, Daniel:
15 Wissensbasierte Diagnose technischer Systeme, Juni 1986 oder
in: (4) Pfeifer, Tilo / Richter, Michael M.: Diagnose von
technischen Systemen, 1993).

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein System sowie
20 ein Verfahren anzugeben, welches die Diagnose von Maschinen,
technischen Einrichtungen und Anlagen vereinfacht.

Die Aufgabe wird durch ein System mit den in Anspruch 1 ange-
gebenen Merkmalen gelöst. Die Aufgabe wird weiter durch ein
25 Verfahren mit den in Anspruch 10 angegebenen Merkmalen ge-
löst.

Die Vorteile dieser Erfindung liegen hauptsächlich bei der
Erstellung des Diagnosewissens:

30 Es gibt kein globales, zusammenhängendes Diagnosewissen, das
bei komplexen Maschinen nicht mehr überschaubar ist.

Einzelne Diagnosen können leicht im System hinzugefügt wer-
35 den. Das geschieht rückwirkungsfrei zum bereits bestehenden
Wissen.

Hat eine kundenspezifische Maschine z.B. eine Option nicht, so kann das Diagnosewissen für diese Maschine aus dem Wissen der Maschine mit Option dadurch heraus gefiltert werden, dass alle Merkmale und Diagnosen, die Systemelementen der Option zugeordnet sind, einfach gestrichen werden.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand der in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher beschrieben und erläutert.

Es zeigen:

- Fig 1 ein beispielhaftes Schema für die Diagnose mit Merkmalen und Symptomen,
- Fig 2 eine schematische Darstellung des iterativen Verfahrens zur Einschränkung von Verdachts-Diagnosen und
- Fig 3 eine schematische Darstellung des Systems.

Fig. 1 zeigt eine vorteilhafte Ausbildung der Erfindung bei der es zu einer Maschine eine Menge von Diagnose-Beschreibungen gibt, die jeweils aus einer Diagnose 1, also einer Störungsursache, und einer Menge von Merkmalen 2 bestehen. Über diese Merkmale kann durch Symptombeschreibungen 3 auf eine Diagnose geschlossen werden: Ein Merkmal ist dann ein Symptom für die Diagnose, wenn der aktuelle Istwert vom Referenzwert (Sollwert) abweicht gemäß einer definierten Vergleichsfunktion (z.B. Abweichung um mehr als 3%).

Zur Identifikation von Merkmalen und Diagnosen sind diese Systemelementen zugeordnet 4. Systemelemente können sein: Komponenten, Funktionen usw.

In Fig. 2 erfolgt der Einstieg in einen Diagnoseprozess beispielhaft durch Bestimmung von einem oder mehreren Merkmalen 1. Dabei kann der aktuelle Merkmalswert vom System automatisch erfasst oder durch den Benutzer eingegeben werden. Nun werden im System alle Diagnosen mit ihren Symptombeschreibungen

gen durchsucht, ob die aktuellen Merkmale Symptome für Diagnosen darstellen. Somit ergibt sich eine Liste von Verdachts-Diagnosen 2.

5 Zu diesen Diagnosen gibt es wiederum eine Liste aller Merkmale 3, die Symptome für diese Diagnosen sind. Diese Merkmale kann der Anwender einzeln bewerten, d.h. ihren Istwert ermitteln 4, und damit Diagnosen bekräftigen oder entkräftigen. So wird Schritt für Schritt die Menge der Verdachts-Diagnosen
10 verkleinert, bis am Ende nur eine Diagnose übrig bleibt. Um den Vorgang abzukürzen, können Diagnosen auch explizit vom Anwender ausgeschlossen werden.

Merkmale und Diagnosen werden gemäß einer Priorität in den
15 Listen dargestellt. So kann man zuerst die Merkmale bewerten, die den größten Einfluss auf eine Diagnose haben. Entsprechend kann er auch zunächst solche Diagnosen behandeln, die am wahrscheinlichsten sind aufgrund der bisher bewerteten Symptome.

20

Patentansprüche

1. System zur Diagnose von technischen Einrichtungen und/oder Maschinen und/oder Anlagen bei dem

- 5 - erste Mittel zur Beschreibung einer Diagnose durch Zuweisung mindestens eines für eine Störung relevanten Merkmals zur Diagnose,
- zweite Mittel zur Beschreibung von den Merkmalen zugehörigen Wertebereichen und/oder Ausprägungen,
- 10 - dritte Mittel zur Kenntlichmachung einer Merkmalsausprägung und/oder eines Merkmalswerts als Symptom für eine Diagnose,
- vierte Mittel zur Auswahl mindestens eines Merkmals,
- fünfte Mittel zum Vergleich der Merkmalsausprägungen und/oder Merkmalswerte ausgesuchter Merkmale mit den als
- 15 Symptom für eine Diagnose kenntlich gemachten Merkmalsausprägungen und/oder Merkmalswerten und
- sechste Mittel zum Erstellen einer Liste von Verdachts-Diagnosen auf Basis des Merkmalsvergleichs vorgesehen
- 20 sind.

2. System nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

dass Merkmale und/oder Diagnosen zur Identifikation durch Zu-

25 ordnung zu Elementen vorgesehen sind.

3. System nach einem der Ansprüche 1 oder 2,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

dass Merkmalswerte und/oder Merkmalsausprägungen zur automa-

30 tischen Erfassung durch das System vorgesehen sind.

4. System nach einem der Ansprüche 1 oder 2,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

dass Merkmalswerte und/oder Merkmalsausprägungen zur Eingabe

35 durch einen Benutzer des Systems vorgesehen sind.

5. System nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass das System zum Erstellen einer Liste von Merkmalen mit
Merkmalsausprägungen und/oder Merkmalswerten, die Symptome
für Diagnosen sind, auf Basis der Verdachts-Diagnosen vorge-
5 sehen ist.

6. System nach Anspruch 5,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass das System zur Bewertung der Merkmale der Liste durch
10 einen Anwender vorgesehen ist.

7. System nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass das System zum Ausschluss von Diagnosen durch einen An-
15 wender vorgesehen ist.

8. System nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass das System zur prioritätsabhängigen Darstellung von
20 Merkmalen und Diagnosen in Listen vorgesehen ist.

9. System nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass das System zum Hinzufügen von Diagnosen vorgesehen ist.

25

10. Verfahren zur Diagnose von technischen Einrichtungen
und/oder Maschinen und/oder Anlagen bei dem
- eine Diagnose durch Zuweisung mindestens eines für eine
Störung relevanten Merkmals zur Diagnose beschrieben wird,
30 - den Merkmalen zugehörige Wertebereiche und/oder Ausprägun-
gen beschrieben werden,
- eine Merkmalsausprägung und/oder ein Merkmalswert als Sym-
ptom für eine Diagnose kenntlich gemacht wird,
- mindestens ein Merkmal ausgewählt wird,
35 - Merkmalsausprägungen und/oder Merkmalswerte ausgesuchter
Merkmale mit den als Symptom für eine Diagnose kenntlich

gemachten Merkmalsausprägungen und/oder Merkmalswerten
verglichen werden und

- eine Liste von Verdachts-Diagnosen auf Basis des Merkmals-
vergleichs erstellt wird.

5

11. Verfahren nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass Merkmale und/oder Diagnosen durch Zuordnung zu Elementen
identifiziert werden.

10

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 oder 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass Merkmalswerte und/oder Merkmalsausprägungen durch das
System automatisch erfasst werden.

15

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 oder 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass Merkmalswerte und/oder Merkmalsausprägungen durch einen
Benutzer des Systems eingegeben werden.

20

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Liste von Merkmalen mit Merkmalsausprägungen
und/oder Merkmalswerten, die Symptome für Diagnosen sind, auf
Basis der Verdachts-Diagnosen erstellt wird.

25

15. Verfahren nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Merkmale der Liste durch einen Anwender bewertet
werden.

30

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 15,
dadurch gekennzeichnet,
dass Diagnosen durch einen Anwender ausgeschlossen werden
können.

35

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 16,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass Merkmale und Diagnosen in Abhängigkeit ihrer Priorität
und/oder Relevanz in Listen dargestellt werden.

- 5 18. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 17,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass Diagnosen im System hinzugefügt werden.

Zusammenfassung

Iterative rechnergestützte Diagnose

- 5 Die Erfindung betrifft ein System zur Diagnose von technischen Einrichtungen und/oder Maschinen und/oder Anlagen bei dem
- erste Mittel zur Beschreibung einer Diagnose durch Zuweisung mindestens eines für eine Störung relevanten Merkmals
 - 10 zur Diagnose,
 - zweite Mittel zur Beschreibung von den Merkmalen zugehörigen Wertebereichen und/oder Ausprägungen,
 - dritte Mittel zur Kenntlichmachung einer Merkmalsausprägung und/oder eines Merkmalswerts als Symptom für eine Diagnose,
 - 15 - vierte Mittel zur Auswahl mindestens eines Merkmals,
 - fünfte Mittel zum Vergleich der Merkmalsausprägungen und/oder Merkmalswerte ausgesuchter Merkmale mit den als Symptom für eine Diagnose kenntlich gemachten Merkmalsausprägungen und/oder Merkmalswerten und
 - 20 - sechste Mittel zum Erstellen einer Liste von Verdachtsdiagnosen auf Basis des Merkmalsvergleichs vorgesehen sind.

25 FIG 1

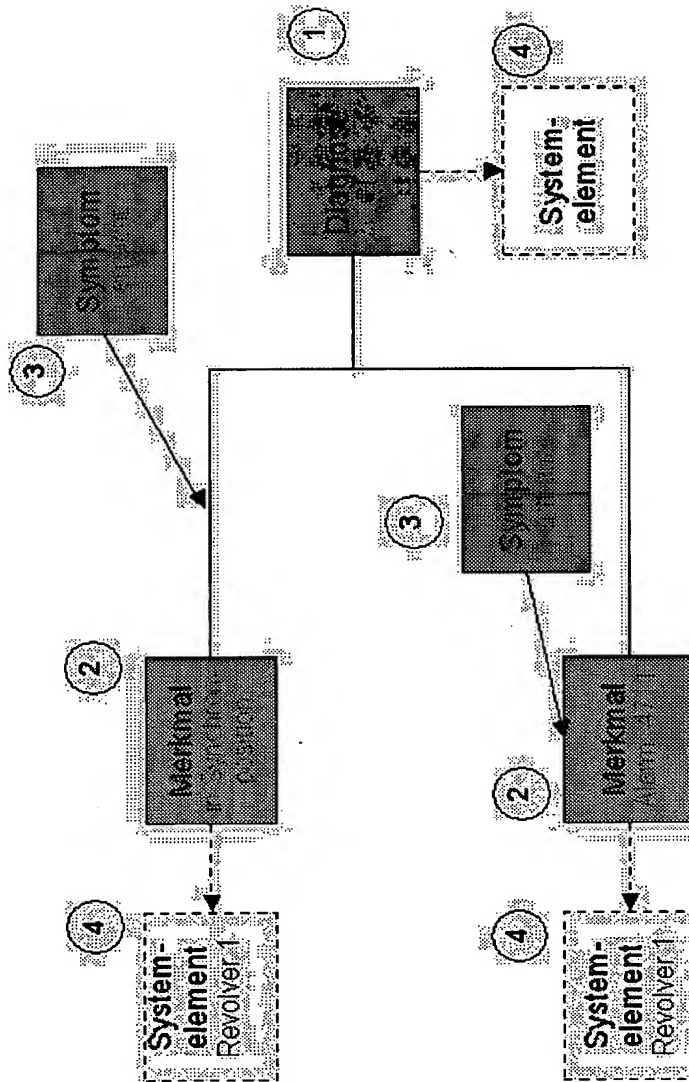


Bild 1: Diagnose mit Merkmalen und Symptomen

2002 17492

2/3

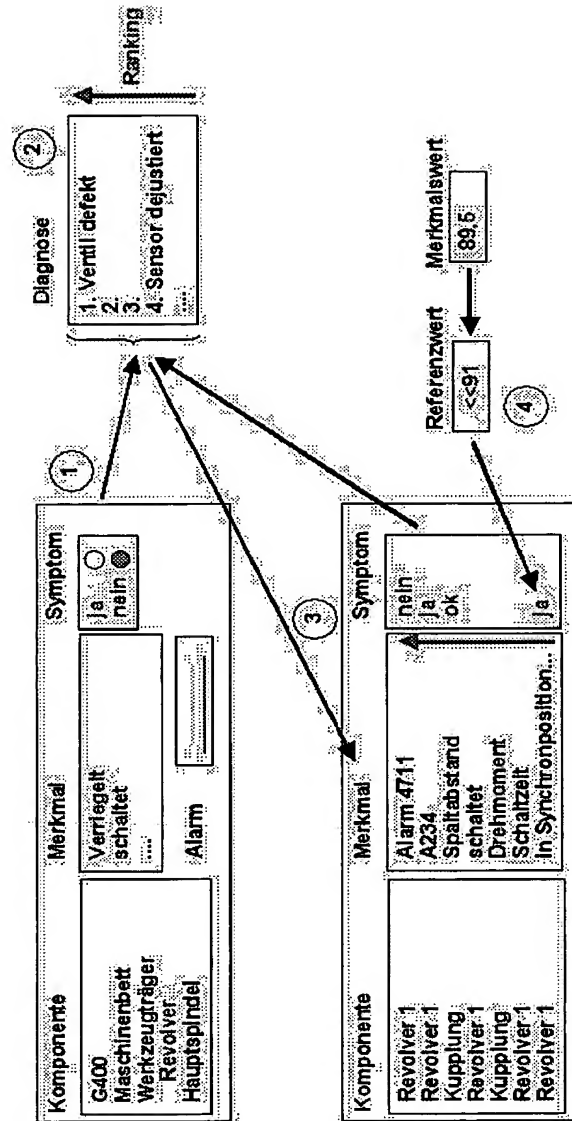


Bild 2: Iteratives Verfahren zur Einschränkung von Verdachts-Diagnosen

Fig 2

SIEMENS

Patentsteckbrief **3D Initiative** Initiative for Patent Protection

Titel: Iterative Einschränkung von möglichen Diagnosen von technischen Systemen durch rechnerunterstützte Bewertung von Symptomen

Kurzbeschreibung:

- ☐ Durch Bewertung von Merkmalen eines technischen Systems werden mögliche Diagnosen iterativ eingeschränkt, bis der Anwender am Ende aus einem Störungsbild eine Störungsursache ermittelt hat.

Ziele:

- ☐ Aufbau eines Störungsmanagementsystems auf Basis von Diagnose-Beschreibungen, die bei Serviceeinsätzen entstehen und nach Einbringung in das System vom Anwender direkt genutzt werden können, um Störungsursachen zu ermitteln.

Umsetzung:

- ☐ Aufbau einer Datenbank mit Diagnose-Beschreibungen.
- ☐ Softwaresystem zum interaktiven Arbeiten auf einer Merkmalsliste und einer Diagnoseliste

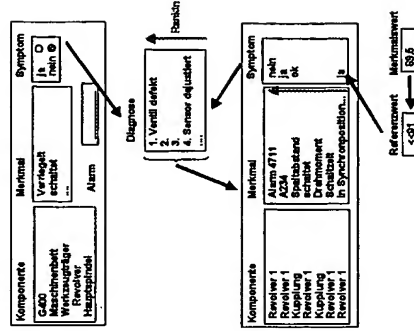
verwendete Techniken:

- ☐ Datenbank
- ☐ Web-Services
- ☐ Browserfähige Oberflächen

Betroffene Systeme bei Siemens

- ☐ Keine bekannt (?)
- Betroffene Wettbewerber**
 - ☐ unbekannt

Bild:



Patentsteckbrief

Copyright © Siemens AG 2001. All Rights Reserved. For Internal Use Only.

Patentsteckbrief
 A&D ATS
 SMS_Diagnosen.pdf/1
 24.06.02